

漳州战备大桥总体设计

汤少青 蔡文生 陈亨锦

【摘要】漳州战备大桥的主桥采用主跨 132.0m 部分斜拉桥,引桥采用跨度 32.0m 的连续梁。本文介绍了该桥的总体设计,包括主桥方案比选,主、引桥设计,景观设计等内容。

【关键词】漳州战备大桥 部分斜拉桥 连续梁 方案比较 桥梁设计

1、概述

战备大桥位于福建省漳州市区,为旧桥重建工程。原战备大桥建于 1971 年。主桥为跨度 30m 的双曲拱桥。由于标准低、年久失修、安全隐患多、对河道影响大,已远远不能满足城市经济发展的需要。2000 年 2 月底,经市政府研究决定,重建战备大桥。

2、工程建设条件及技术标准

2.1 建设条件

本工程跨越福建省第二大河流九龙江的支流西溪,桥址处现主河床宽度约 360m,距北岸 100m 处有一宽 50m,长 300m 的江心洲出露。河道为通航河道,按内河 V 级标准设计,常水位时,最大水深约 5m。

桥址处地层以全新统的冲积砂、卵石层和冲海积层及人工填土为主,基础持力层为花岗岩,埋深约 30m。

场地地形平坦,北岸为城市建成区,北岸桥头附近为漳州市重要风景建筑物——八卦楼。南岸为郊区,有农田及部分建筑物。

2.2 设计标准

(1) 道路等级:II 级主干道。

(2) 计算行车速度:50km/h。

(3) 荷载:汽超—20 级,挂—120 验算;人群荷载:纵向 2.4kN/m^2 ,人行道板 5.0kN/m^2 。

(4) 桥面布置:两侧人行道宽 2.0m;非机动车道宽 3.0m;双向 4 车道,宽 15.0m。

(5) 最大纵坡:4%。

(6) 桥梁设计洪水频率:1/100。

(7) 通航标准:内河航道 V 级。

(8) 设计地震烈度:7 度。

3、主桥桥型方案比选

3.1 方案设计原则

(1) 本工程为城市桥梁,北岸桥头附近为著名景点八卦楼,因此,在桥型方案选择时,除满足桥梁使用功能外,还应展现城市桥梁美观、大方的现代风格,桥型应与周围建筑相协调。

(2) 主桥位于主河道上,有通航要求,为保证航道顺畅、减少桥墩对河道的影 响并避开旧桥基础、便于施工,主桥宜选用较大跨径的桥式方案。

(3) 漳州市现有的桥梁多为梁式桥,本桥设计除了考虑经济、适用、安全外,充分考虑景观要求,桥型比较尽可能多样化。

3.2 主桥方案

初步设计阶段,对主桥提出了连续梁、部分斜拉桥和中承式拱桥 3 种桥式方案。

3.2.1 连续梁方案

考虑到本桥所在处河道通航净空要求不高,水深不太大,地质条件尚好,主桥长约 300m,选择中等跨径的五跨连续梁,跨径组成为 $(45 + 3 \times 68 + 45)\text{m}$,全长 294m。其桥式布置见图 1。

主桥上部结构采用变高度预应力混凝土连续箱梁。桥面宽为 27.0m,中央设 2.0m 分隔带。箱梁为分离式单箱单室结构。采用双向预应力体系。

主桥墩身采用花瓶式板墩,主墩基础采用 5 根

汤少青、蔡文生:漳州市公路局 工程师

直径 1.5m 钻孔桩，桩底进入风化花岗岩层中，承台顶置于低水位以下。

本方案下部结构采用常规水中墩施工方法施工，主梁采用节段式挂篮悬臂浇筑。

3.2.2 部分斜拉桥方案

为了进一步减少水中墩，增加景观效果，在不增加主梁梁高的情况下，采用部分斜拉桥可使桥梁跨径增加 1 倍。经比较，选用跨径为 (80.8 + 132 + 80.8) m 的三跨预应力混凝土部分斜拉桥，全长 293.6m。其桥式布置见图 2。

部分斜拉桥采用单索面形式，塔-梁固结，塔、墩分离。

主梁采用变高度预应力混凝土箱形梁，单箱三室截面，顶宽 27.0m，底宽 17.0m，架高 2.4~3.8m。

主塔采用实心混凝土矩形截面，塔高 16.5m。塔顶部分为斜拉索鞍座区，采用变截面形式。

斜拉索采用钢绞线索。每根索在塔顶通过鞍座，对称锚固于主、边跨上。

主墩为倒梯形板式墩，基础采用 8 根 Φ 2.0m 钻孔桩，桩底进入风化花岗岩中，承台顶置于低水位以下。

本方案主墩及基础采用常规施工方法施工，主梁采用节段式挂篮悬臂浇筑，主塔采用立模现

浇施工。

3.2.3 中承式钢管混凝土拱桥方案

作为比较，选择主跨为 150m 的钢管混凝土拱桥，其跨径组成为 (40 + 150 + 40)m，为三跨自锚式体系，边跨为上承式，中跨为中承式。桥式布置见图 3。

本方案中跨主拱肋为双片式，每片拱肋由 4 根 Φ 750mm 的钢管混凝土构成，矢跨比为 1/5，边跨为钢筋混凝土拱肋，矢跨比为 1/8。

桥面系由横梁及桥面板组成，横梁为预应力混凝土悬臂梁，桥面为钢筋混凝土预制板。各预制板之间通过后浇混凝土连成整体。

系杆采用高强度钢绞线，两端分别铺于边跨混凝土拱肋上。

吊杆采用高强度钢丝，两端采用冷铸锚，吊杆间距为 5.0m。

墩底为实体结构，基础为桩基础，每墩设 12 根 Φ 1.5m 的钻孔桩。

本方案墩、座及基础采用常规施工方法施工，边跨采用现浇法施工，中跨钢管拱肋及桥面系结构采用缆索吊装施工。

3.3 方案比选

方案 1 为中等跨连续梁，造型朴素大方，桥面视野开阔，施工难度小，造价低，但较方案 2 多

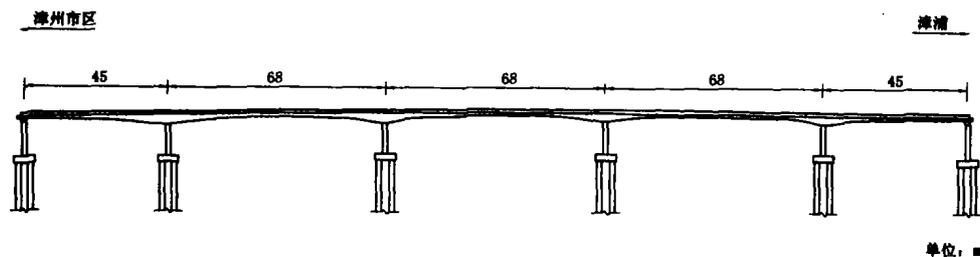


图 1 连续梁方案

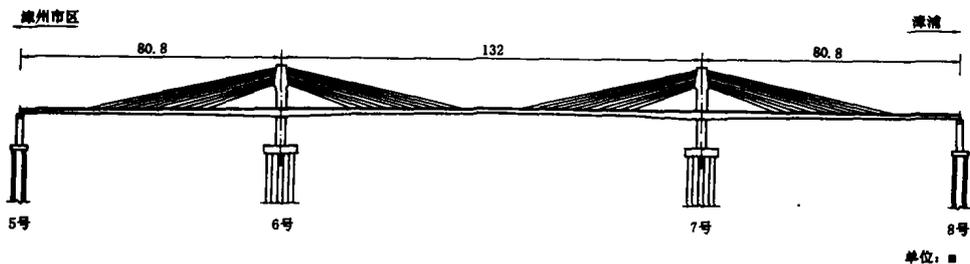


图 2 部分斜拉桥方案

2 个水中墩。施工便桥较长。

方案 2 造型美观, 设计采用单索面形式, 外形上更加令人赏心悦目, 部分斜拉桥为国内首次采用, 除了结构性能优越外, 造型上有令人耳目一新的感觉, 部分斜拉桥兼有斜拉桥及连续梁的优点, 施工难度较小, 工期较短, 造价不高。

方案 3 为大跨径钢管混凝土拱桥, 造型美观, 气势宏伟, 但施工难度大, 工期长、造价高。使用期间养护维修工作量大。

经比较, 方案 2 部分斜拉桥为该桥实施方案。

4、实施方案的总体设计

4.1 总体构思

(1) 西溪河道中间有一江心洲, 常水位时露出水面。考虑主桥布置时, 尽可能利用江心洲布置 1 个主墩, 这样可减少主墩施工难度, 降低造价。

(2) 引桥的布置应考虑全桥整体的美观, 使主、引桥之间过渡有序、和谐统一。考虑到简支梁墩帽对景观的影响极为不利, 主梁截面与主桥差别太大, 很难与主桥做到和谐统一, 因此宜采用连续梁。

(3) 在主桥桥式确定后, 引桥桥跨的选择除了考虑经济美观外, 尚应充分结合桥下地面道路及防洪堤的位置, 使桥墩不与它们产生干扰。

4.2 桥式总体布置

根据上述构思, 主桥采用主跨 132.0m 部分斜拉桥, 引桥采用跨度 32.0m 连续梁。从北至南桥式布置为 $5 \times 32.0\text{m}$ (连续梁) + $(80.8 + 132.0 + 80.8)\text{m}$ (部分斜拉桥) + $6 \times 32.0\text{m}$ (连续梁), 其布置见图 4。

4.3 主桥设计

主桥为三跨预应力混凝土部分斜拉桥, 跨度为 $(80.8 + 132.0 + 80.8)\text{m}$ 。北侧主墩位于江心洲上, 边跨 80.8m, 可一跨跨越狭窄的北侧主航道, 使桥下通航顺畅。主跨及南边跨位于宽阔的南侧航道上。全桥桥跨布置能很好地与河道特点相适应, 并获得较好的景观效果。

斜拉索采用单索面布置, 除了对景观有利外, 还能充分发挥部分斜拉桥主梁抗扭刚度大的作用。

为了使结构受力明确, 减小桥墩及基础水平力, 采用塔、梁固结, 墩、梁之间设支座的受力体系, 支点梁高 3.8m, 为同等跨径连续梁的一半, 使主梁显得较为纤细。箱梁两侧为斜腹板, 能较好地与倒梯形墩相匹配。

塔高 16.5m, 为主跨的 1/8, 是常规斜拉桥塔高的一半, 极大地方便了施工。

斜拉索采用扇形布置, 全桥共 40 根, 斜拉索

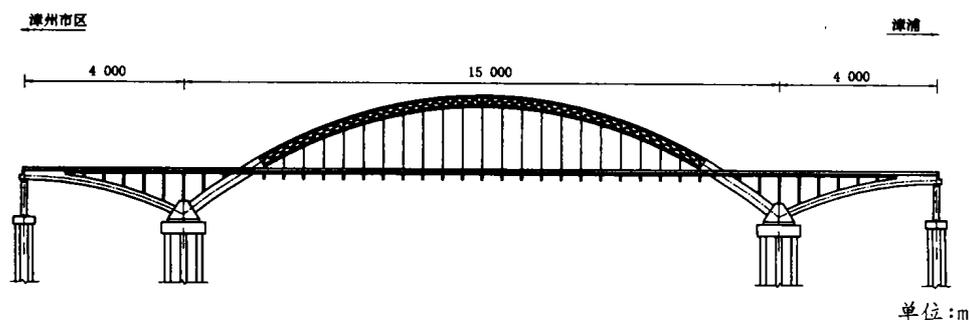


图 3 钢管混凝土拱桥方案

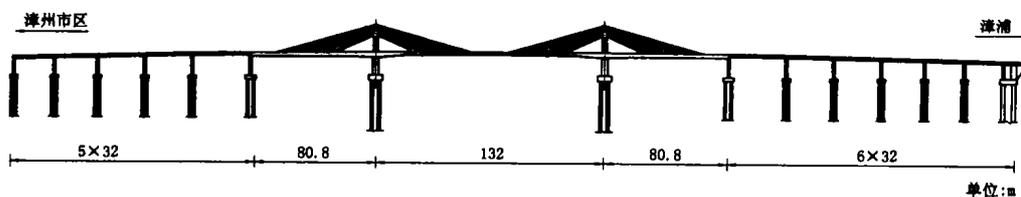


图 4 漳州战备大桥实施方案

采用钢绞线索，塔顶设鞍座。40 根索采用同一截面形式，大大地简化了塔顶鞍座构造，使设计、施工均大为方便。

主墩采用倒梯形结构。为了充分发挥柱桩承载力大的特点，基础采用大直径钻孔桩，桩径 2.0m，每墩基础采用 8 根桩。承台顶位于低水位以下。

4.4 引桥设计

南北引桥均为跨径 32.0m 等跨连续梁，该跨径的选择是充分考虑了主、引桥相互关系以及地面道路、防洪堤位置的结果。

主梁采用分离式单箱单室结构，截面形式为大悬臂、斜腹板。梁高 1.6m，为跨径的 1/20。主梁采用纵横双向预应力结构。

墩身采用花瓶式板墩。每个箱梁对应 1 个桥墩。墩身正面设装饰槽，桥墩基础采用 2 根 Φ 1.5m 钻孔桩基础，顺桥向单排布置。桩径的选择与布置能很好地与跨径相匹配，使下部结构造价较低。水中墩承台顶布置在低水位之下，南、北两岸现状地面线为路堤，考虑到今后规划河道的实施，会使现在位于既有路堤上的桥墩，将来位于规划河道中，因此该部分桥墩的承台顶仍布置在低水位之下。

4.5 施工方案

4.5.1 基础

本桥基础分为岸上基础（包括 6 号主墩）和水中基础两部分。岸上钻孔桩及承台施工均较为方便，采用常规施工方法施工即可，只是在开挖承台基坑时，需注意地下水的影响。水中基础施工需搭设钻孔平台，承台施工需采用套箱围堰。

4.5.2 墩身

本桥所有墩身均为实心截面，墩身高度不大，均采用立模现浇施工。

4.5.3 主桥上部结构施工

主桥塔柱待主梁 0 号节段完成后，立模现浇施工。箱梁采用节段式挂篮悬臂浇注施工，节段长度为 3.5~4.0m，与常规大跨度连续梁相同，施工较为简单，在悬臂施工过程中逐根张拉斜拉索。

4.5.4 引桥上部结构施工

引桥上部结构采用梁柱式移动支架逐孔现浇法施工。

4.6 结构景观设计

作为城市桥梁，建成后景观效果如何是非常重要的。为此，现代城市桥梁尚需专门进行景观设计，确切地说桥梁景观设计应分成两部分：结构景观设计和装饰景观设计。结构景观设计是融美学于结构设计之中，这是桥梁景观设计中内在的、本质的、固有的部分，是桥梁景观的根本所在。装饰景观设计是通过色彩、灯光、装饰物等表现手法来烘托和加强桥梁的景观效果。装饰景观设计是桥梁景观设计中不可缺少的，它与结构景观设计相辅相成，共同展示桥梁的美之所在。

本桥除了进行专门的装饰景观设计外，对结构景观设计进行了深入地探讨，大到桥型选择，主、引桥关系，小到栏杆底座、绿化带内排水等都作了充分考虑：

(1) 主桥桥型首次采用部分斜拉桥，有令人耳目一新的感觉。

(2) 考虑到主桥宽度较大，主梁采用大悬臂、斜腹板截面以减小箱宽及主墩横向尺寸。同时主墩采用倒梯形结构，与主梁斜腹板较好地配合，使结构线条过渡流畅。

(3) 鉴于部分斜拉桥塔柱较矮，无法象斜拉桥那样展现宏伟壮观的气势，在塔柱上半部鞍座区段设成梯形立面，使塔柱成“箭”形。

(4) 引桥桥型的选择使之与主桥有很好的协调性，主梁采用箱梁，墩身为花瓶式结构，两者与主桥梁、墩具有相似性，使主引桥作为整体和谐统一。

(5) 注重主、引桥过渡设计，通过主桥箱梁立面设牛腿，平面变宽度，很好地解决主引桥的衔接问题。

(6) 充分注意栏杆底座及中央绿化带排水设计，使桥梁立面最重要的线条之一——栏杆底座沿全桥线形非常流畅，绿化带下预制板设档水槽，雨水集中收排，避免往桥下渗漏。

5、结语

战备大桥为国内第一座部分斜拉桥，该桥从方案设计开始至建成通车，仅用一年半时间，这也从一个侧面说明部分斜拉桥的优越性。

注：本文原载于《桥梁建设》2002 年第 1 期